

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-293474

(43)Date of publication of application : 23.10.2001

(51)Int.Cl.

C02F 1/46
C02F 1/50

(21)Application number : 2000-111006

(71)Applicant : NIPPON MITSUBISHI OIL CORP

(22)Date of filing : 12.04.2000

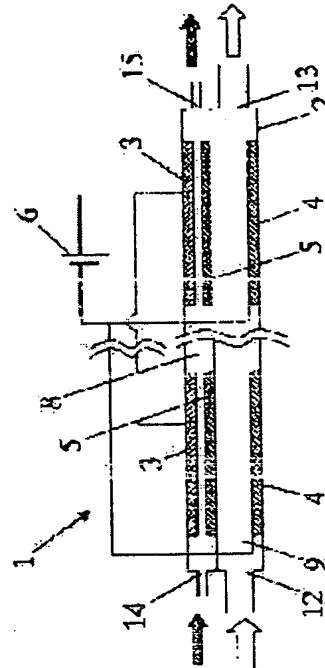
(72)Inventor : HIRAYAMA TAKAYUKI
NAKAYAMA KEISUKE
MIZUTA YOSHINORI

(54) CLEANING METHOD OF SEAWATER AND CLEANING DEVICE FOR SEAWATER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To safely treat a large quantity of water to be treated without causing secondary pollution.

SOLUTION: The inside of a container 2 is divided into a cathode part 9 and an anode part 8 by a diaphragm 5, and conductive substance is charged into the anode part 8, and also the water to be treated such as sea water or mixed water containing seawater is charged into the cathode part 9, and voltage is applied across an anode 3 in the anode part 8 and a cathode 4 in the cathode part 9 to generate treated species in the cathode part 9, and with this treated species, plankton, cyst of the plankton, bacteria and virus in the water to be treated are killed and thus the water to be treated is treated.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-293474
(P2001-293474A)

(43) 公開日 平成13年10月23日 (2001.10.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
C 0 2 F 1/46		C 0 2 F 1/46	Z 4 D 0 6 1
1/50	5 1 0	1/50	5 1 0 A
	5 2 0		5 2 0 F
	5 3 1		5 3 1 Q
	5 4 0		5 4 0 B
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

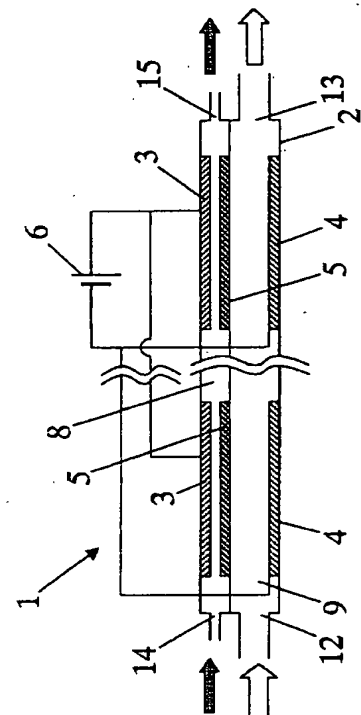
(21) 出願番号	特願2000-111006(P2000-111006)	(71) 出願人	000004444 日石三菱株式会社 東京都港区西新橋1丁目3番12号
(22) 出願日	平成12年4月12日(2000.4.12)	(72) 発明者	平山 隆之 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 日石三菱株式会社中央技術研究所内
		(72) 発明者	中山 慶祐 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 日石三菱株式会社中央技術研究所内
		(74) 代理人	100093540 弁理士 岡澤 英世 (外1名)
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 海水の浄化方法及び海水の浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 二次汚染の心配もなく、かつ安全に多量の被処理水を処理する。

【解決手段】 容器2内を隔膜5により陰極部9と陽極部8とに仕切り、前記陽極部8内に導電性物質を入れると共に、陰極部9内に海水又は海水を含む混合水等の被処理水を入れ、これら陽極部8内の陽極3及び陰極部9内の陰極4間に電圧を印加して陰極部9内に処理種を発生させ、この処理種により被処理水中のプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルスを死滅させて被処理水を処理する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器内を隔膜により陰極部と陽極部とに仕切り、前記陽極部内に導電性物質を入れると共に、陰極部内に海水又は海水を含む混合水等の被処理水を入れ、これら陽極部内の陽極及び陰極部内の陰極間に電圧を印加して陰極部内に処理種を発生させ、この処理種により被処理水中のプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルスを死滅させて被処理水を処理することを特徴とする海水の浄化方法。

【請求項2】 通電される陰極及び陽極が設けられた容器内を、海水又は海水を含む混合水の被処理水が入る陰極部と導電性物質が入る陽極部とに仕切り、該仕切りの少なくとも一部に、前記電極間に電流が流れるように隔膜を配設し、かつ、前記陰極が、通電により被処理水中のプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルスを死滅させて被処理水を処理する処理種を発生させる処理極であることを特徴とする海水の浄化装置。

【請求項3】 前記導電性物質がアルカリ性緩衝液又はアルカリ水溶液であり、該導電性物質を貯留する貯液槽を設け、かつ、該貯液槽の一部の導電性物質を前記陽極部に供給した後、貯液槽に戻す循環手段を設けた請求項2に記載の海水の浄化装置。

【請求項4】 前記陰極部への被処理水に酸素含有気体を混合する酸素含有気体混合手段を設けた請求項2又は3に記載の海水の浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、海水又は海水を含む混合水等の被処理水中に存在するプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルス等を死滅させて被処理水を処理する海水の浄化方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】海水、海水を含む混合水等の被処理水は、船舶のバラスト水、発電所・工場・プラントなどの冷却水、水族館・水産増養殖などの飼育水等に利用されているが、海水には、プランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルス等が存在するため、海水を他の海域に排水した際には海洋生物の生態系へ影響を及ぼしたり、復水器、熱交換器等の配管内面に細菌由来のスライムが付着して熱交換率の低下や管の閉塞を及ぼすことがある。

【0003】例えば、海水をバラスト水として利用する場合について述べる。バラスト水とは、船舶が荷物を積載していないか又は積載量の少ない場合、喫水線が下がリバランスを保ちにくくなるので、船舶の内部に構成された各密閉区画にポンプ等で汲み上げ収容し積載する海水のことで、目的港で荷物を積載する際、又は荷物積載港入港前には船外の海域に排出される。海水には、閉鎖的で汚染された内湾には、魚貝類などにとって有害なプ

ランクトンが存在しており、これらは周囲の環境条件（例えば水温、光、栄養塩濃度など）が生育に適さなくなると、シストを形成して自らは死滅することが知られている。シストはプランクトンの細胞壁膜とは全く異なり非常に強固な外壁に覆われており、暗所や還元状態等の悪環境下でも数年は死ぬことがないと言われている。このシストは沈降して海底に堆積するが、再び環境条件がよくなると発芽する。この際、一気に、多量に発芽、増殖したものが赤潮と呼ばれる現象であり、魚貝類を死滅させ、特に養殖漁業に大きな被害を与えていることは周知のとおりである。また、いったん発生した赤潮のプランクトンも、周囲の環境条件が生育に適さなくなると、再びシストを形成して自らは死滅する。そして、このようなサイクルが繰り返される。

【0004】先に述べたように、船舶の場合、バラスト水として海水をタンク内に給水するが、バラスト水は通常湾内の海水であり、この湾内にプランクトン特に有害プランクトンが生息すると、バラスト水と一緒にタンク内に取り込まれる。タンク内は光がなくプランクトンの生育に適さないため、プランクトンは前述のようにシストを形成し休眠状態に入る。船舶が航海後、外国の寄港地でバラスト水を排出すると、シストも同時に排出され、排出されたシストは環境条件がよくなり発芽する。そして、船舶は世界中を航行、寄港しているため、そのシストが有害プランクトンのシストである場合、有害プランクトンが世界中に蔓延することになる。

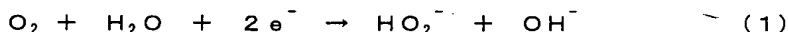
【0005】このようなシストの発芽に伴う有害プランクトンの赤潮発生や、船舶の外国寄港地におけるバラストの水の排水、給水に伴う有害プランクトンの地球規模的な拡散などによる水質汚濁が大きな問題となることがある。この問題に対する対策として、外洋におけるリバラスト（バラスト水の交換）が行われることがある。ただし、この方法は、船体の安全性の問題や、海象・気象条件及び短距離航路では実施が困難、さらに船員の労働負担が増加するなど多くの問題を抱えており、必ずしも万全の対策とは言えない。

【0006】ところで、被処理水中に存在するプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルス等を死滅させて海水を処理する海水の浄化手段としては、フィルタリング、熱処理、電気処理、紫外線処理、化学薬品によるもの等が提案される。

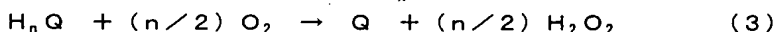
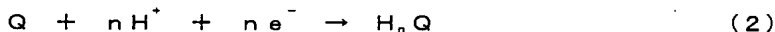
【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、被処理水が多量であると、フィルタリング、熱、電気、紫外線による効果的な処理は物理的に困難であり、また経済的でない。また、薬品を用いる処理では、次亜塩素酸ソーダ、過酸化水素水、ホルムアルデヒド、オゾンなどが有効と言われている。例えばリゾソレニア・セティゲラ又はプロロセントラム・ミカンス等の赤潮プランクトンの防除剤としては過酸化水素、過酸化カルシウム及び過酸

化水素化合物を施用する方法が検討されている〔特開昭55-141142号公報；「Shattonella marina・赤潮防除剤の検討―特に過酸化水素と高度不飽和脂肪酸から発生するフリーラジカルの除去能」に関する研究、Nippon Suisan Gakkaishi 55 (6) 1075-1082(1989) 参照〕。しかし、それらの薬品は、使用量が膨大になるとともに、貯蔵の安全性が懸念され、特に次亜塩素酸ソーダ、オゾン等は、処理後に残留するオキシダントにより環境の二次汚染や船体腐食性の恐れがある。したがって、全方法に何らかの課題・問題点がある状況であり、決め手になる方法はないのが現状である。そこで、本発



あるいは陰極に酸化還元化合物又は酸化還元樹脂(Q)の存在下通電すると、以下のような反応がターンオーバー



同様に導電性ポリアニリン(PA)を陰極電極上に担持させて通電すると、以下のような反応がサイクルで進み、過酸化水素が生成することも知られている(K. Mori



しかし、これらの反応を利用すべく、陽極及び陰極を海水に浸せきし、通電を続けると、陽極から以下のような



そこで、本発明者らは陽極と陰極とを隔膜で隔離することと、海水中に次亜塩素酸を発生させることなく、海水処理種を産生することで、上記問題点が克服されることを見だし、本発明を完成するに至ったのである。

【0009】すなわち、本発明の海水の浄化方法は、容器内を隔膜により陰極部と陽極部とに仕切り、前記陽極部内に導電性物質を入れると共に、陰極部内に海水又は海水を含む混合水の被処理水を入れ、これら陽極部内の陽極及び陰極部内の陰極間に電圧を印加して陰極部内に処理種を発生させ、この処理種により被処理水中のプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルスを死滅させて被処理水を処理するものである。

【0010】また、本発明の海水の浄化装置は、通電される陰極及び陽極が設けられた容器内を、海水又は海水を含む混合水の被処理水が入る陰極部と導電性物質が入る陽極部とに仕切り、該仕切りの少なくとも一部に、前記電極間に電流が流れるように隔膜を配設し、かつ、前記陰極が、通電により被処理水中のプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルスを死滅させて被処理水を処理する処理種を発生させる処理極であるものである。

【0011】前記導電性物質がアルカリ性緩衝液又はアルカリ水溶液であり、この導電性物質を貯留する貯液槽を設け、かつ、この貯液槽の一部の導電性物質を前記陽極部に供給した後、貯液槽に戻す循環手段を設けること

明は、このような実状に鑑みなされたものであり、その目的は、安全に多量の被処理水を処理できると共に、環境の二次汚染の心配がない海水の浄化方法及び海水の浄化装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、過酸化水素のオンサイト生成技術を応用した。即ち、炭素電極を使って微弱電圧を印加すると以下のような反応が陰極で生じ、過酸化水素イオンが生成することが一般的に知られている(例えば、須藤雅夫著、化学工学, Vol. 51, No. 6, p417-419 (1987))。

一し、過酸化水素が生成することも知られている(例えば、特開昭61-284591号公報)。

ta et. al, Chem. Lett., 1996, p615、又はibid, vol. 15, No. 5 (1997))。

反応機構で次亜塩素酸等の酸類が生成し、装置の腐食が起るばかりでなく、海水の二次汚染を引き起こす。

十 が好ましい。前記陰極部への被処理水に酸素含有気体を混合する酸素含有気体混合手段を設けることが好ましい。処理極が炭素系電極であることが好ましい。処理極が酸化還元能を有する有機化合物を担持させた電極であることが好ましい。処理極が酸化還元樹脂を担持させた電極であることが好ましい。処理極が炭素系電極又は酸化還元能を有する有機化合物を担持させた電極であることが好ましい。処理極が炭素系電極又は酸化還元樹脂を担持させた電極であることが好ましい。処理極が、炭素系電極又は酸化還元能を有する有機化合物若しくは酸化還元樹脂を担持させた電極であることが好ましい。前記酸化還元能を有する有機化合物が、ベンゾキノン、ナフトキノン、アントラキノン、又はその誘導体であることが好ましい。前記酸化還元樹脂がキノン系酸化還元樹脂であることが好ましい。前記酸化還元樹脂がポリアニリンであることが好ましい。

【0012】導電性物質は、pH変動を抑制させるためアルカリ性緩衝溶液又はアルカリ水溶液であることが望ましい。導電性物質が緩衝溶液又はアルカリ水溶液である場合には、電極から発生するプロトンが効率よく中和できるよう、溶液を攪拌する攪拌機を設けることが好ましい。また、前記アルカリ水溶液は、何らかの障害で陽極部から漏れだしてしまうと有害なことから、ゲル化剤を添加してゾルゲル状電解質とすることが好ましい。

【0013】このように、本発明は、陰極が処理極であ

るので、陰極から処理種が発生し、この処理種により被処理水中の有害プランクトンを含むプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルス等が死滅し、かつ、陰極と陽極との間が隔膜で仕切られているので、電極表面から次亜塩素酸等の有害な有機酸が発生するのを防止でき、被処理水への二次汚染の恐れのない方法で安全に多量の被処理水の処理を行える。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて詳述する。図1及び図2は本発明の海水の浄化装置の第1の例を示す図である。図1及び図2において、1は海水又は海水を含む混合水等の被処理水中に存在するプランクトン、プランクトンのシスト、細菌、ウイルス等を死滅させて被処理水を処理する海水の浄化装置を示す。海水の浄化装置1の容器2は、どのような形状でもよく特に限定されず、例えば縦断面矩形状、多角形状、円形状等のものが用いられる。また、容器2は、多量の被処理水の処理を行えることから断面円形、矩形、多角形などのパイプ状のものが好ましい。容器2の材質は絶縁性でかつ海水によって浸食されないものであれば、特に限定されず、例えばポリオレフィン、ポリ塩化ビニルなどの合成樹脂等が挙げられる。また、金属製の材質の内面に絶縁処理を施したのも当然のごとく使用できる。

【0015】容器2は、第1の例では図1及び図2に示すように、縦断面矩形のパイプ状に形成されている。容器2内の一側面には陽極3が設けられ、この一側面と対向する対向側面には陰極4が設けられている。これら陽極3及び陰極4の形状は、特に制限はないが、板状、網状あるいは棒状のものが好ましく使用される。例えば板状（矩形状）の寸法安定性電極が使用され、この電極3、4が図示するようにそれぞれ側面に設けられている。陽極3及び陰極4は、容器2の長手方向に連続したものを設けてもよく、又、図示のように所定の長さの板状電極を所定の間隔を隔てて複数の陽極3と陰極4とがそれぞれ対向するように設けるようにしてもよい。

【0016】陽極3は、電解によって陰極4に過酸化水素等の処理種を発生させるための対極であり、特に制限されないが、陽極物質が溶出すると隔膜5を汚染する恐れがあるため、アルカリ溶液中で溶出せず、かつ酸化反応に対する耐性が高い金属を使用することが好ましい。陽極物質としては、例えば、過電圧が小さく、しかも消耗が他の金属や酸化物と比較して極めて小さく、従って長期間殆ど変化することなく使用できる金、白金、イリジウム、ルテニウム、ニッケル、チタン等の金属又はそれらの酸化物が使用できる。さらに、単位面積当たりの表面積が大きい金属ウエッジも使用することができる。金属ウエッジの材質としては、ニッケル、ステンレスチール、鉄、銅、白金、及びそれらの合金等が挙げられる。

【0017】陰極4は、通電により過酸化水素、活性酸素等の海水処理種を発生させる電極であり、オンサイト型の過酸化水素製造に適用できるものであれば特に制限はなく、例えば、グラファイトフェルト、黒鉛、炭素繊維材料、多孔質の無定形炭素成形体、あるいは酸化還元能を有する有機化合物又は樹脂等が挙げられる。黒鉛としてはコークスを押出成形・焼成したものや型込み成形・焼成したもの、あるいはCIP成形・焼成したもの等が挙げられる。炭素繊維材料としては、炭素繊維の編物を例示することができ、炭素繊維の編物としては、例えば市販のCFクロスを挙げることができる。CFクロス以外の炭素繊維材料であっても良い。多孔質の無定形炭素成形体としては、グラッシーカーボン（ガラス状炭素）を例示することができる。酸化還元能を有する有機化合物としては、例えば、ベンゾキノン、ナフトキノン、アントラキノン、又はその誘導体等が挙げられる。その誘導体としては、例えば具体的に、メトキシベンゾキノン、2-tert-ブチルベンゾキノン、2,5-ジフェニルベンゾキノン、2,6-ジメチルベンゾキノン、2,6-ジ-tert-ブチルベンゾキノン、2-メチルアントラキノン、2-エチルアントラキノン、2-tert-ブチルアントラキノン、1-ニトロアントラキノン、1-（又は2-）クロロアントラキノン、1,5-（又は1,4-又は1,8-）ジクロロアントラキノン等が挙げられる。酸化還元樹脂としては、例えば、キノン系酸化還元樹脂、ポリアニリン等が挙げられる。キノン系酸化還元樹脂を担持させた電極としては、ベンゾキノン系樹脂として、ヒドロキノン-ホルムアルデヒド縮合樹脂（Manecke, Z. Elektrochem., 57, 189 (1953)）やヒドロキノン-（ジアゾ化ポリ- α -アミノステレン）縮合樹脂（Raoら, Chem. Ind. (London), 145 (1961)）、アントラキノン系樹脂として2-ホルミルアントラキノン-ポリビニルアルコール縮合樹脂（Izoretら, Ann. Chim., 254, 671 (1962)）等が挙げられるが、これらに限定されるわけではない。これらの化合物又は樹脂を電極に担持するには、メタノール、イソプロピルアルコール、アセトン、ハロゲン溶媒等に溶解又は分散した後、その溶液に支持基板を浸せきして引き上げ、風乾する方法や、その溶液をスプレー法等により支持基板に塗布する手段がとられる。支持基板としては導電性であれば特に制限はなく、グラファイト、CFクロス、黒鉛等の炭素電極やチタン白金、銅メッシュ等の金属電極が使われる。それらの支持基板は該有機化合物の吸着力を引き上げるため、シラン系やチタニウム系等のカップリング剤等で表面処理しても構わない。また、導電性ポリマーポリアニリンを担持した電極は、市販のポリアニリン分散溶液（ORMECON社製 ORMECONTM Dispersion 900132）に支持基板を浸せきして引き上げ、風乾する方法や、その溶液をスプレー法等により支持基板に塗布して作製することができる。支持基板としては導電

性であれば特に制限はなく、グラファイト、CFクロス、黒鉛等の炭素電極やチタン白金、銅メッシュ等の金属電極が使われる。それらの支持基板は該有機化合物の吸着力を引き上げるため、シラン系やチタニウム系等のカップリング剤等で表面処理しても構わない。その他のポリアニリンの担持方法として、電解重合法（材料技術、vol. 15, No. 5, p165 (1997)）も適用できる。

【0018】これら陽極3と陰極4とが定電圧直流電源6に接続されて通電されるようになっている。通電を行う際、直流電源6の電圧は電極の性能に影響を与えない範囲であれば特に制限はなく、具体的には例えば10V以下が好ましく、5V以下がより好ましい。また、運転中に電極の表面上に生じた汚れを除去する目的で、一定時間毎に陽極3－陰極4間の電圧を、一定時間、自動的に反転させる電気制御回路を取り付けても良い。そのときの設定時間は、例えば24時間毎に5分間である。

【0019】容器2内には、電極3、4間であって板状の電極3、4と平行に延在する隔壁7によって陽極部8と陰極部9とに2分割に区画形成されている。隔壁7の一部又は全部が隔膜5で形成されて、陽極3と陰極4との間で電流が流れるようになっている。隔膜5としては陽極3と陰極4との間で電流が流れるならば特に制限はないが、電子絶縁性で多孔質なフィルムを好ましく使用でき、具体的には基材にポリ塩素化エチレン、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、又はポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、ポリエチレン、ポパール（PVA）、ポリアセチレン、セルロースを使ったもの等が使用できる。これらの基材は適当な量比で共重合させても良い。また、それらの基材に添加剤を付与して化学修飾したものも好ましく使用される。隔膜5（隔壁7）の設置位置は、陰極4の正面すなわち陽極3と陰極4との間に位置し、陰極4と隔膜5の間隔（距離）は特に限定されないが、高い電流値が得られるようにできるだけ短い方が良く、陰極4が例えばグラファイトフェルトのように多孔質性のものであれば、接触しても構わない。陰極4が例えば黒鉛板のように多孔質でないもの場合には、その距離を0.5～50cmにするのが好ましく、より好ましくは1～20cmである。同様に陽極3と隔膜5の間隔（距離）は特に限定されないが、高い電流値が得られるようにできるだけ短い方が良く、陽極3が例えばメッシュのような穴あき形状であれば、接触しても構わない。平板のように水の流れを完全に仕切ってしまうような陽極3が電極の場合、その距離を0.5～50cmにするのが好ましく、より好ましくは1～20cmである。隔膜5（隔壁7）の固定手段は、特に限定されず、例えば図示のように、ボルト10とナット11とを用いて固定するようにしてもよい。また、隔膜5を陽極部8側の容器2にネジ、ボルトナット等の固定手段により固定するようにしてもよい。

【0020】容器2の陰極部9の一端には、被処理水の

被処理水導入口12が設けられていると共に、他端には処理水の排出口13が設けられ、被処理水導入口12から導入された被処理水が陰極部9内を通過する間に陰極4から発生する過酸化水素等の処理種によって被処理水中に含まれるプランクトン、そのシスト、細菌及びウイルス等がダメージを連続的に受け死滅して、処理され、この処理水が排出口13から排出されるようになっている。

【0021】陽極部8内には、導電性物質が入れられ、この導電性物質としては、アルカリ性緩衝液、その固体電解質、アルカリ水溶液又はアルカリ性固体電解質等が好ましく使用される。具体的には、アルカリ性の緩衝液については、例えば、pHを7以上に設定した硼酸＋塩化カリウム＋水酸化ナトリウム、グリシン＋水酸化ナトリウム、ほう砂＋塩酸、ほう砂＋水酸化ナトリウム、ほう砂＋炭酸ナトリウム、塩酸＋炭酸ナトリウム、リン酸水素二ナトリウム＋水酸化ナトリウム、ジメチルグリシンナトリウム＋塩酸、ほう砂＋塩化カリウム＋炭酸ナトリウム、炭酸ナトリウム＋炭酸水素ナトリウム、リン酸水素二ナトリウム＋リン酸水素二カリウム等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。これらの電解質濃度は長期通電による析出がなければ、特に限定はないが、好ましくは30質量%以下に設定される。また、緩衝液はゲル化剤を添加してゲル状にして固体電解質として用いてもよい。一方、アルカリ水溶液については、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム等の塩基性無機化合物を水に溶解させたものが使用できる。これらの塩基性無機化合物濃度は長期通電による析出がなければ、特に限定はないが、0.1質量%～50質量%に設定され、好ましくは1質量%～40質量%に設定される。また、アルカリ水溶液は、何らかの障害で陽極部から漏れだしてしまうと人体にとって非常に有害なことから、ゲル化剤を添加してゾルゲル状にし、流動性を低下させてもよい。

【0022】導電性物質として、アルカリ性緩衝液、アルカリ水溶液等の溶液（液体）を用いる場合には、図3に示すように、該溶液を貯液槽18に所定量貯留し、この貯液槽18内の溶液の一部を陽極部8に案内して循環させる循環手段を設けるようにしてもよい。具体的には、容器2の陽極部8の一端に液導入口14を、他端に液排出口15をそれぞれ設ける。これら口14、15に、貯液槽18に接続されている導管16、17をそれぞれ接続し、かつ、どちらか一方の導管16、17（図示例では導管16）に循環ポンプ19を介設する。このように構成することにより、導電性物質例えばアルカリ性の水溶液が中和された場合等には簡単に新しい導電性物質に入れかえることが可能となる。

【0023】また、陰極部9への被処理水例えば海水は、このまま導入してもよく、また、図3に示すように、陰極部9内の過酸化水素の発生を効率的に行わせる

ため、酸素含有気体を混合してから導入する酸素含有気体混合手段22を設けるようにしても良い。被処理水と酸素含有気体との混合は、混合を行えるならばどのような手段を用いてもよく、例えば、エゼクタ等の混合器を用いることができ、又、酸素含有気体を被処理水中にバブリングしたり被処理水を霧状に噴霧して混合したりするようにしても良い。被処理水と酸素含有気体との混合比率は、任意に決められる。但し、陰極が多孔質に形成されている場合には、被処理水の分散及びスムーズな給液と排液との観点から、酸素含有気体と被処理水との混合比率（酸素含有気体リットル／被処理水m³）が例えば0.1～10であることが好ましい。また、高い電流密度においても高い電流効率で電解を行えるという観点からは、例えば、被処理水を霧状にする場合、霧状の被処理水の平均液滴計が1～100μmの範囲にあることが好ましい。酸素含有気体としては、具体的には例えば、酸素、空気又はPSA酸素等が挙げられる。酸素源としては、従来から液化酸素が一般的である。なお、酸素含有気体は、実質的に二酸化炭素を含まないものであることが、長期間高い電流効率で運転できることから好ましい。実質的に二酸化炭素を含まない酸素含有気体は、例えば、原料ガスをアルカリ水溶液を通過させることにより調整することができる。酸素含有気体は、大気圧以上の圧とすることが、充分量の酸素含有気体を被処理水に混合することができる観点から好ましい。

【0024】次にこの海水の浄化装置1を用いて海水または海水を含む混合水等の被処理水を処理する場合について説明するが、本発明はこれらに何ら限定されるものではない。

【0025】第1の例としては、前記海水の浄化装置により処理された海水（処理水）をタンクなどの貯蔵手段に一旦貯蔵して実用に供する場合である。具体的には、前記海水の浄化装置（図1及び図2に示す海水の浄化装置）1を図4に示すように海水吸引ポンプ20と海水タンク21の間に介設し、陰極3及び陽極4に直流電流を印加しながら、海水吸引ポンプ20を駆動する。海水の一部は、海水吸引ポンプ20により吸引されて陰極部9内に導かれる。この際、浄化装置1は導電性物質として、アルカリ性緩衝液、アルカリ水溶液等の液体を用いた場合であり、循環ポンプ19を駆動して、貯液槽18内の導電性物質の一部を陽極部8に導く。通電により、陰極4から過酸化水素等の処理種が発生し、この処理種により海水中に含まれる有害プランクトンを含むプランクトン、そのシスト、細菌及びウイルス等がダメージを連続的に受け死滅して、海水が処理される。この処理された海水（処理水）が排出口13から排出されて、海水タンク21に至る。この場合、陰極4と陽極3とが隔膜5で仕切られているので、電極表面から次亜鉛素酸等の有機酸が発生することが防止できる。また、陰極4から発生した処理種が陽極3で分解されることがないので、

より安定して海水の処理を行える。

【0026】したがって、本発明は、陰極4から処理種が発生させ、この処理種により被処理水を処理すると共に、陰極4と陽極3とを隔膜5で仕切り有機酸の発生を防止したので、被処理水への二次汚染の恐れのない方法で安全に多量の被処理水の処理を行えることになり、経済性が高いものである。

【0027】第2の例は、タンクなどの貯蔵手段に一旦貯蔵した等の理由で排出前に処理が必要となった海水等を処理する場合である。タンクの排出ポンプ（図示せず）と排水管（図示せず）の間に本発明の海水の浄化装置1を介設し、陰極4及び陽極3に直流電流を印加しながら、海水の排水を行う。このようにしても、第1の例と同様に、海水中に含まれるプランクトン、シスト等がダメージを連続的に受け死滅し、この処理された海水が排出されるので、二次汚染の恐れのない方法で安全に多量の海水の処理を行えることになる。

【0028】第3の例は、タンク等に貯蔵された海水等の被処理水を循環的に処理するものであり、新たな海水の取り入れ、排出等を行うことなく常にタンク内の海水等を最良の状態に保つものである。具体的には、海水の浄化装置1をタンク21に取り込んだ海水が循環できるように設置し、陰極4及び陽極3に直流電流を印加しながら海水を循環させる。このようにしても、第1の例と同様に、海水中に含まれるプランクトン、シスト等がダメージを連続的に受け死滅し、この処理された海水がタンクに戻されるので、二次汚染の恐れのない方法で安全に多量の海水の処理を行えることになる。

【0029】なお、本発明の実施の形態では、本発明の海水の浄化装置1を1台設けて処理する場合について説明したが、本発明の海水の浄化装置1を複数直列に接続して被処理水の処理を行うようにしても良い。このように、複数台直列に接続することにより、より確実に被処理水の処理を行えるようになる。また、陽極部8内と陰極部9内との流体の流れ方向は、同一方向でも逆方向でもどちらでもよく特に限定されない。

【0030】図5は本発明の海水の浄化装置の容器の他の例を示す図であり、前記容器2と異なるところは、容器24の外形と陽極部25及び陰極部26の配置が異なる点である。すなわち、容器24は、円筒状に形成され、この容器24内に、その同軸状に径の小さい円筒状の内管27が設けられて、容器24が2重管構造に形成されている。容器24内の軸心には、その同軸上に円柱状の陽極28が設けられている。外管である容器24の内周面には、その周方向に所定の間隔をおいて複数図示例では4つの陰極29が設けられている。陽極28と陰極29とを結び位置にある内管27には、開口部30が設けられている。すなわち、開口部30は内管27の周方向に90°おきに4つ設けられ、この開口部30の径方向外方の容器2の内周面にそれぞれ90°おきに4つの陰

極 29 が設けられていることになる。また、内管 27 の内周面には、円筒状の隔膜 31 が設けられ、内管 27 内側が陽極部 25 に、内管 27 外側の容器 24 内側が陰極部 26 としてそれぞれ形成され、陽極部 25 に導電性物質が入ると共に、陰極部 26 に被処理水が入るようになっている。陰極部 26 の一端の被処理水の被処理水導入口 12 及び他端の処理水の排出口 13 は、それぞれ 1 個でも 2 個以上でも特に限定されず、2 個以上設ける場合には、周方向に所定の間隔を隔てて設けるようにすることが好ましい。

【0031】このように海水の浄化装置 1 を構成しても、前述と同様の作用効果を奏する。すなわち、第 1 の例にあったように海水または海水を含む混合水等の被処理水をタンクに入れる前に処理する場合について説明すると、図 5 に示す海水の浄化装置 1 を、図 6 に示すように、海水吸引ポンプ 20 と海水タンク 21 の間に介設し、陰極 29 及び陽極 28 に直流電流を印加しながら、海水吸引ポンプ 20 及び循環ポンプ 19 を駆動する。これにより、陰極 29 から発生した過酸化水素等の処理種によって、陰極部 26 内を流れる海水中に含まれるプランクトン、そのシスト、細菌及びウイルス等がダメージを連続的に受け死滅して、海水が処理される。この処理された海水（処理水）が排出口 13 から排出されて、海水タンク 21 に至る。この場合、陰極 4 と陽極 3 とが隔膜 5 で仕切られているので、電極表面から次亜鉛素酸等の有機酸が発生することが防止できる。また、陰極 4 から発生した処理種が陽極 3 で分解されることがないので、より安定して海水の処理を行える。したがって、容器 24 を 2 重管構造に形成しても、陰極 29 から処理種が発生し、この処理種により被処理水が処理されると共に、陰極 29 と陽極 28 とを隔膜 31 で仕切り有機酸の発生を防止したので、被処理水への二次汚染の恐れのない方法で安全に多量の被処理水の処理を行えることになる。

【0032】なお、容器 24 の内周面に陰極 29 を、軸心に陽極 28 を配置することにより、陰極 29 の表面積が広くなり処理種の発生量を増やせ、海水の処理をより確実に行えるが、十分に海水の処理を行えるならば、軸心に陰極を容器の内周面に陽極を配置するようにしても良い。

【0033】

【実施例】以下、実施例及び比較例により本発明の内容をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらに何ら限定されるものではない。

【0034】（実施例）長さ 1 m のポリ塩化ビニル製で、図 1 及び図 2 に示した形状の容器 2（幅 300 mm、高さ 100 mm）に、黒鉛板 EG-30X（日本カ

ーボン（株）社製、200 mm×80 mm）を容器 2 の長手方向に沿って 100 mm 間隔で 5 枚と、チタン白金板（200 mm×80 mm）を容器 2 の長手方向に沿って 100 mm 間隔で 5 枚取り付け、中央部には隔膜 5「デュラポアメンブレンフィルター VVLP14250」（MILLIPORE 社製）を挟み込んだ。このような構成の海水の浄化装置の容器 2 を 5 セット直列で連結し、最端部の容器 2 の陰極部 9 の被処理水導入口 12 に被処理水管を接続し、導電性物質である 1 M アルカリ水溶液 30 L を入れた貯液槽 18 と陽極部 8 とを導管 16、17 で接続した。そして、各電極対の黒鉛板電極を陰極側に、チタン白金板を陽極側にそれぞれ接続し、各電極対に直流 2.0 V を印加しながら、海水吸引ポンプ 22 を作動させて、毎秒 1 m の速度で有害プランクトンやシストを含む海水を通過させた。このようにして連続的に処理した水の一部を採取し、15℃において 1 ヶ月間保存し、顕微鏡で観察したがプランクトンは全く発生していなかった。

【0035】（比較例）前記の処理を行わない海水を 15℃において 1 ヶ月間保存したところ、多数のプランクトンが発生し、海水は赤褐色に着色した。

【0036】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、二次汚染の恐れのない方法で安全に多量の被処理水の処理を行える。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の海水の浄化装置の第 1 の例を示した概略図である。

【図 2】図 1 に示した本発明の海水の浄化装置の断面図である。

【図 3】本発明の海水の浄化装置の使用形態の一例を示した構成図である。

【図 4】本発明の海水の浄化装置でバラスト水を処理する一例を示した構成図である。

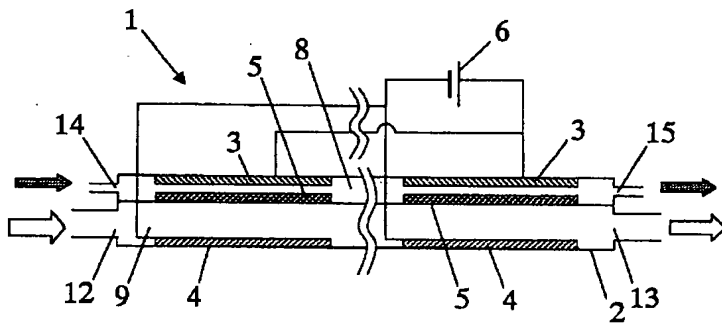
【図 5】本発明の海水の浄化装置の容器の他の例を示した概略断面図である。

【図 6】図 5 に示した海水の浄化装置でバラスト水を処理する一例を示した構成図である。

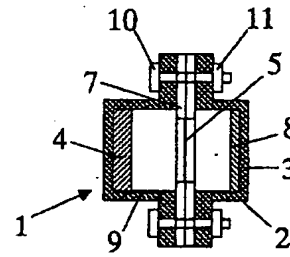
【符号の説明】

- 1 海水の浄化装置
- 2 容器
- 3 陽極
- 4 陰極
- 5 隔膜
- 6 電源
- 8 陽極部
- 9 陰極部

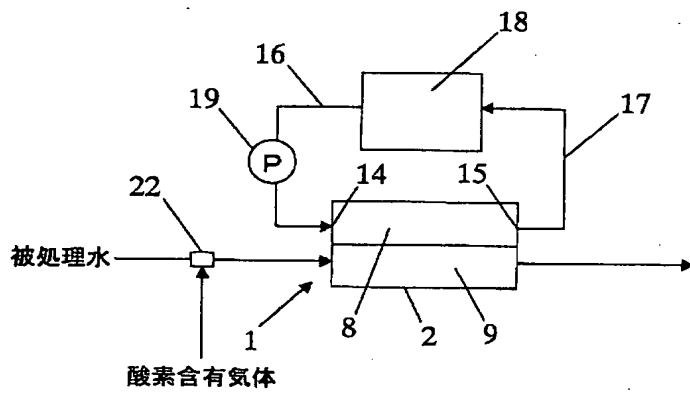
【図1】



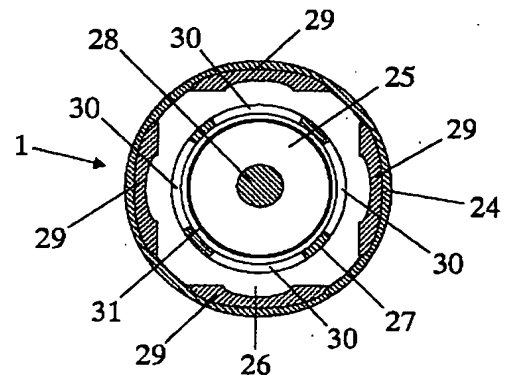
【図2】



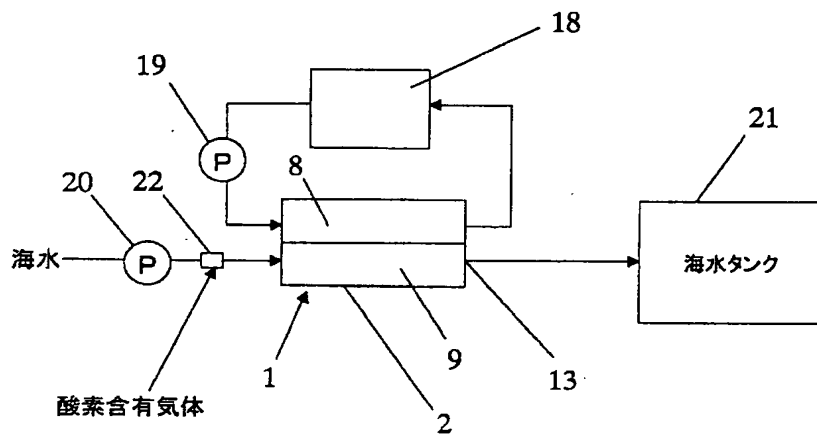
【図3】



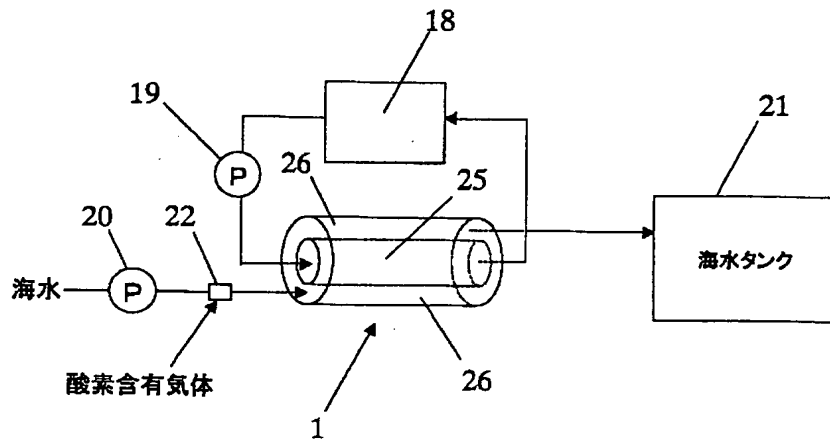
【図5】



【図4】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

テーマコード (参考)

C 0 2 F 1/50

識別記号

5 5 0

5 6 0

F I

C 0 2 F 1/50

5 5 0 D

5 6 0 F

(72) 発明者 水田 美能

神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 日石三

菱株式会社中央技術研究所内

F ターム (参考) 4D061 DA04 DB01 EA04 EB05 EB12

EB17 EB19 EB28 EB29 EB30

EB31 ED12 ED20